

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Shinji NAGASHIMA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: HARDENING PROCESSING APPARATUS, HARDENING PROCESSING METHOD, AND COATING FILM FORMING APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-033854	February 12, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

James D. Hamilton  
Registration No. 28,421

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月12日  
Date of Application:

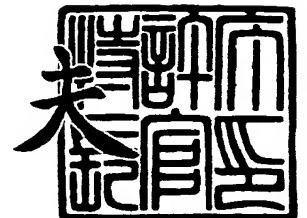
出願番号 特願2003-033854  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-033854]

出願人 東京エレクトロン株式会社  
Applicant(s):

2003年 9月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3077799

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP023173

【提出日】 平成15年 2月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00  
H01L 21/31

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社

【氏名】 永嶋 慎二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社

【氏名】 井関 智弘

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091513

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 俊夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100109863

【弁理士】

【氏名又は名称】 水野 洋美

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034359

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105399

【包括委任状番号】 9708257

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 硬化処理装置及びその方法、並びに塗布膜形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 塗布液が塗布された基板を加熱することにより基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理装置において、

塗布液が塗布された基板を加熱プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ所定温度に加熱するための第 1 の処理室と、

この第 1 の処理室に設けられ、加熱プレートに載置された基板に対して紫外線を照射するための第 1 の照射部と、

前記第 1 の処理室と連通して接続され、塗布液が塗布された基板を温調プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ硬化処理の処理温度よりも低い温度に調整するための第 2 の処理室と、を含み、

前記基板に対して紫外線を照射しながら、この基板を加熱プレートにより加熱することにより、基板上の塗布膜を硬化させることを特徴とする硬化処理装置。

【請求項 2】 前記温調プレートは、第 1 の処理室の加熱プレートの上方側の位置と第 2 の処理室との間を移動自在に構成され、加熱プレートに載置された基板を昇降部材により上昇させた後、基板と加熱プレートとの間に温調プレートを進入させ、次いで昇降部材を降下させることにより、加熱プレートから温調プレートに基板が受け渡されることを特徴とする請求項 1 記載の硬化処理装置。

【請求項 3】 前記第 1 の処理室と第 2 の処理室との間に形成された温調プレートの通過口には、この通過口を開閉するためのシャッタが設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の硬化処理装置。

【請求項 4】 前記第 1 の処理室では塗布液が塗布された基板を加熱プレートに載置して第 1 の温度で加熱する加熱処理と、加熱処理が行われた基板を前記加熱プレートに載置したまま、引き続き第 1 の温度よりも高い硬化処理の温度で加熱すると共に、基板に対して紫外線を照射して基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理と、を行うための制御部を備えることを特徴とする請求項 1 記載の硬化処理装置。

【請求項 5】 前記第 2 の処理室では塗布液が塗布された基板を温調プレー

トに載置して第1の温度で加熱する加熱処理を行い、第1の処理室では加熱処理が行われた基板を加熱プレートに載置し、第1の温度よりも高い硬化処理の温度で加熱すると共に、基板に対して紫外線を照射して基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理を行うための制御部を備えることを特徴とする請求項1記載の硬化処理装置。

【請求項6】 塗布膜が硬化された基板に第1の照射部とは異なる波長の紫外線を照射するための第2の照射部をさらに備えることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の硬化処理装置。

【請求項7】 前記第2の照射部は前記第2の処理室に設けられ、温調プレートに載置された基板に対して所定の波長の紫外線を照射するものであることを特徴とする請求項6記載の硬化処理装置。

【請求項8】 前記第1の処理室と第2の処理室とに不活性ガスを供給するための不活性ガス供給部と、前記第1の処理室と第2の処理室とを排気するための排気手段と、を備えることを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の硬化処理装置。

【請求項9】 前記塗布膜は絶縁膜であり、第1の照射部から基板に照射される紫外線は波長が300nm～400nmの紫外線であることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の硬化処理装置。

【請求項10】 前記塗布膜は絶縁膜であり、前記加熱処理は低酸素雰囲気にて基板を加熱して塗布膜の縮重合反応を起こさせ、化学的に塗布膜を硬化させるための低酸素加熱処理であることを特徴とする請求項4又は5記載の硬化処理装置。

【請求項11】 前記塗布膜は絶縁膜であり、第2の照射部から基板に紫外線を照射することにより絶縁膜の改質処理が行われることを特徴とする請求項6又は7記載の硬化処理装置。

【請求項12】 基板に塗布液を塗布するための塗布処理装置と、  
請求項1ないし11のいずれかに記載の硬化処理装置と、  
前記塗布処理装置と硬化処理装置との間で基板を搬送するための搬送手段と、  
を備えることを特徴とする塗布膜形成装置。

【請求項 13】 塗布液が塗布された基板を加熱プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ第1の温度に加熱する加熱処理工程と、

次いで加熱処理が行われた基板を前記加熱プレートに載置したまま、引き続き前記基板を一枚ずつ第1の温度よりも高い硬化処理の温度に加熱すると共に、この基板に所定の波長の紫外線を照射して、基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理工程と、を含むことを特徴とする硬化処理方法。

【請求項 14】 塗布液が塗布された基板を温調プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ第1の温度に加熱する加熱処理工程と、

次いで加熱処理が行われた基板が載置された温調プレートを加熱プレートの上方側に位置させ、加熱プレートから昇降機構を上昇させて温調プレート上の基板を昇降機構に受け取らせ、次いで温調プレートを加熱プレートの外方側に移動させた後昇降機構を下降させることにより、前記基板を温調プレートから加熱プレートに受け渡し、前記基板を加熱プレートにより一枚ずつ第1の温度よりも高い硬化処理の温度に加熱すると共に、この基板に所定の波長の紫外線を照射して、基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理工程と、を含むことを特徴とする硬化処理方法。

【請求項 15】 前記硬化処理工程の後に行われ、塗布膜が硬化された基板に対して塗布膜の硬化処理とは異なる波長の紫外線を照射し、前記塗布膜の改質を行う改質工程をさらに備えることを特徴とする請求項 13 又は 14 記載の硬化処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体ウエハやFPD基板（フラットパネルディスプレイ用基板）等の基板に層間絶縁膜等の塗布膜を形成するための硬化処理装置及びその方法、並びに塗布膜形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造工程において、例えばSOD（Spin on Die

lectric) システムにより層間絶縁膜を形成する場合がある。この SOD システムでは、例えば半導体ウエハ（以下「ウエハ」という）上に塗布材料をスピコートし、次いで加熱等の物理的处理や化学的处理を施して、層間絶縁膜を形成している。具体的には例えば商品名シルクよりなる塗布液を用いた処理の場合、塗布液が塗布されたウエハに対して例えば 320℃程度の温度で 1 分程度加熱するベーク処理を行った後、450℃程度、酸素濃度が 20 ppm 以下の条件で 5 分程度キュア処理を行なうことにより、塗布膜を硬化させて層間絶縁膜を形成している。

#### 【0003】

前記キュア処理を行う装置としては、塗布液が塗布されたウエハを一枚ずつ加熱するための第 1 の処理室と、加熱処理されたウエハを冷却すると共に、第 1 の処理室に対してキュア装置の外部からウエハを受け渡しを行うための冷却処理室と、を備えた構成が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。前記第 1 の処理室では設定温度が 200～470℃に設定可能なホットプレートの表面にウエハを載置することにより、所定のキュア処理が行われる。

#### 【0004】

##### 【特許文献 1】

特開 2000-124206 号公報

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 の構成では、商品名シルクよりなる塗布液を用いる場合、キュア処理の温度が 450℃程度必要であるが、このような高温で処理を行うと、パターンの微細化が進む将来では、熱によりデバイスに悪影響を及ぼす懸念がある。

#### 【0006】

本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は、基板に紫外線を照射しながら、塗布膜を硬化させるための硬化処理を行うことにより、硬化処理時の処理温度を低下させる技術を提供することにある。

#### 【0007】



**【課題を解決するための手段】**

本発明の硬化処理装置は、塗布液が塗布された基板を加熱することにより基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理装置において、塗布液が塗布された基板を加熱プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ所定温度に加熱するための第1の処理室と、この第1の処理室に設けられ、加熱プレートに載置された基板に対して紫外線を照射するための第1の照射部と、前記第1の処理室と連通して接続され、塗布液が塗布された基板を温調プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ硬化処理の処理温度よりも低い温度に調整するための第2の処理室と、を含み、前記基板に対して紫外線を照射しながら、この基板を加熱プレートにより加熱することにより、基板上の塗布膜を硬化させることを特徴とする。

**【0008】**

ここで前記温調プレートは、第1の処理室の加熱プレートの上方側の位置と第2の処理室との間を移動自在に構成され、加熱プレートに載置された基板を昇降部材により上昇させた後、基板と加熱プレートとの間に温調プレートを進入させ、次いで昇降部材を降下させることにより、加熱プレートから温調プレートに基板が受け渡されるように構成されている。また前記第1の処理室と第2の処理室との間に形成された温調プレートの通過口には、この通過口を開閉するためのシャッタが設けられている。

**【0009】**

さらに本発明では、前記第1の処理室では塗布液が塗布された基板を加熱プレートに載置して第1の温度で加熱する加熱処理と、加熱処理が行われた基板を前記加熱プレートに載置したまま、引き続き第1の温度よりも高い硬化処理の温度で加熱しながら基板に対して紫外線を照射して基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理と、を行うための制御部を備えるようにしてもよいし、前記第2の処理室では塗布液が塗布された基板を温調プレートに載置して第1の温度で加熱する加熱処理を行い、第1の処理室では加熱処理が行われた基板を加熱プレートに載置し、第1の温度よりも高い硬化処理の温度で加熱しながら基板に対して紫外線を照射して基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理を行うための制御部を備えるようにしてもよい。

## 【0010】

このような硬化処理装置では、基板に対して紫外線を照射しながら、この基板を加熱することにより基板上の塗布膜を硬化させているので、紫外線を照射しない場合に比べて低い温度で塗布膜の硬化を図ることができ、デバイスへの熱による悪影響の発生を抑えることができる。

## 【0011】

また本発明では、塗布膜が硬化された基板に第1の照射部とは異なる波長の紫外線を照射するための第2の照射部をさらに備えるようにしてもよい。この際例えば前記第2の照射部を前記第2の処理室に設け、温調プレートに載置された基板に対して所定の波長の紫外線を照射するようにしてもよい。さらに本発明では、前記第1の処理室と第2の処理室とに不活性ガスを供給するための不活性ガス供給部と、前記第1の処理室と第2の処理室とを排気するための排気手段と、を備えるようにしてもよい。ここで前記塗布膜は絶縁膜であり、第1の照射部から基板に照射される紫外線は波長が300nm～400nmの紫外線である。また前記加熱処理はベーク処理である。さらに第2の照射部から基板に紫外線を照射することにより絶縁膜の改質処理を行うようにしてもよい。

## 【0012】

このような硬化処理装置では、例えば塗布液が塗布された基板を加熱プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ第1の温度に加熱する加熱処理工程と、次いで加熱処理が行われた基板を前記加熱プレートに載置したまま、引き続き前記基板を一枚ずつ第1の温度よりも高い硬化処理の温度に加熱しながら、この基板に所定の波長の紫外線を照射して、基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理工程と、を含むことを特徴とする硬化処理方法や、

塗布液が塗布された基板を温調プレートに載置して、前記基板を一枚ずつ第1の温度に加熱する加熱処理工程と、次いで加熱処理が行われた基板が載置された温調プレートを加熱プレートの上方側に位置させ、加熱プレートから昇降機構を上昇させて温調プレート上の基板を昇降機構に受け取らせ、次いで温調プレートを加熱プレートの外方側に移動させた後昇降機構を下降させることにより、前記基板を温調プレートから加熱プレートに受け渡し、前記基板を加熱プレートによ

り一枚ずつ第 1 の温度よりも高い硬化処理の温度に加熱しながら、この基板に所定の波長の紫外線を照射して、基板上の塗布膜を硬化させる硬化処理工程と、を含むことを特徴とする硬化処理方法が実施される。この際、前記硬化処理工程の後に行われ、塗布膜が硬化された基板に対して塗布膜の硬化処理とは異なる波長の紫外線を照射し、前記塗布膜の改質を行う改質工程をさらに備えるようにしてもよい。

#### 【 0 0 1 3 】

また本発明の塗布膜形成装置では、基板に塗布液を塗布するための塗布処理装置と、請求項 1 ないし 1 1 のいずれかに記載の硬化処理装置と、前記塗布処理装置と硬化処理装置との間で基板を搬送するための搬送手段と、を備えることを特徴とする。

#### 【 0 0 1 4 】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の硬化処理装置が組み込まれた塗布膜形成装置の一実施の形態について、例えば商品名「シルク」よりなる塗布液を用いて  $\text{SiO}_2$  膜よりなる層間絶縁膜を形成する場合を例にして説明する。ここで、図 1 は本発明の塗布膜形成装置の一実施の形態に係る全体構成を示す平面図であって、図 2 はその概略斜視図、図 3 はその縦断側面図である。

#### 【 0 0 1 5 】

図中 B 1 は、例えば 2 5 枚の基板であるウエハ W が収納された基板キャリア C（以下「キャリア」という）を搬入出するためのキャリアブロックであり、このキャリアブロック B 1 は、前記キャリア C を載置するキャリア載置部 2 1 と、受け渡し手段 2 2 と、を備えている。前記受け渡し手段 2 2 は、キャリア C からウエハ W を取り出し、この取り出したウエハ W をキャリアブロック B 1 に隣接して設けられている処理ブロック B 2 へと受け渡すように、左右、前後に移動自在、昇降自在、鉛直軸まわりに回転自在に構成されている。

#### 【 0 0 1 6 】

処理ブロック B 2 の中央には搬送手段をなす主搬送手段 2 3 が設けられており、これを取り囲むように例えば奥を見て右側には複数の塗布ユニット（S C T）

24が、手前側、奥側には複数の処理ユニットを多段に積み重ねた棚ユニットU1、U2が夫々配置されている。前記棚ユニットU1、U2は、塗布ユニット24における処理の前処理及び後処理を行うためのユニットなどを各種組み合わせで構成されるものであり、その組み合わせは例えば図3に示すように、例えば塗布液の塗布前にウエハを所定温度に温調するための温調ユニット(CPL)25、ウエハを加熱して塗布膜を硬化させる処理を行う硬化処理装置をなすキュアユニット(DLC)3が含まれる。また棚ユニットU1については、ウエハWを受け渡すための受け渡し台を備えた受け渡しユニット(TRS)26も組み込まれる。

#### 【0017】

図3に示す棚ユニットU1、U2の構成は一例であり、これら棚ユニットU1、U2には、ウエハWに施される処理に応じて、既述の処理ユニット以外の処理ユニットを配設してもよいし、所為ユニットの個数やレイアウトは任意に選択できる。上述した主搬送手段23は例えば昇降及び前後に移動自在で且つ鉛直軸周りに回転自在に構成されており、塗布ユニット24及び棚ユニットU1、U2を構成する各ユニット間でウエハWの受け渡しを行うことが可能となっている。

#### 【0018】

続いて上述のキュアユニット3について図4、図5により説明するが、このキュアユニット3は既述のように本発明の硬化処理装置をなすものであり、塗布膜を焼成して硬化させるための硬化処理を行うユニットである。図中30はケーシングであり、このケーシング30内部は仕切り板31により二分割され、図中左側が第1の処理室S1、右側が第2の処理室S2として形成されている。これら処理室S1、S2は密閉可能に構成され、各処理室S1、S2内は所定の雰囲気設定できるようにになっている。

#### 【0019】

第1の処理室S1の内部には、ウエハWを載置して加熱するための、例えば平面形状が円形の加熱プレート32が設けられている。この加熱プレート32は例えば熱伝導性に優れた、例えば炭化ケイ素や窒化アルミニウムなどのセラミックスにより構成されている。また加熱プレート32には、加熱手段であるヒータ3

3が内蔵されており、これにより加熱プレート32に載置されたウエハWは例えば300℃～470℃に加熱されるようになっている。図中34はヒータ33の電源部であり、制御部Cにより電源部34からヒータ33への電力供給量が制御され、加熱プレート32が所定の温度に維持されるようになっている。

#### 【0020】

図中35はウエハWの裏面側を支持して昇降するための昇降ピンであり、この昇降ピン35は昇降機構36により昇降自在に構成されている。この昇降機構36の駆動は制御部Cにより制御され、これにより昇降ピン35はウエハWを所定のタイミングで所定の高さに昇降できるようになっている。この例では、昇降ピン35と昇降機構36とにより特許請求の範囲の昇降部材が構成されている。

#### 【0021】

そして第1の処理室S1内部の上部側には、加熱プレート32とほぼ対向する位置に第1の照射部41が設けられており、この照射部41には加熱プレート32に載置されたウエハWの表面全体に所定の範囲例えば100nm～500nm程度の波長の硬化処理用の紫外線を照射するための第1の光源42を備えている。図中43はこの光源42のコントローラであり、このコントローラ43を介して制御部Cにより光源42への電力供給量や光源42の波長が制御されるようになっている。

#### 【0022】

ここで有機SOD膜についてキュア処理を行う場合には、波長200nm～400nm、照射量100J/cm<sup>2</sup>～500J/cm<sup>2</sup>（J/cm<sup>2</sup>：照射量（積算光量）単位）程度、無機SOD膜についてキュア処理を行う場合には、波長100nm～200nm、照射量100J/cm<sup>2</sup>～300J/cm<sup>2</sup>程度に設定することが好ましい。

#### 【0023】

また第1の処理室S1のケーシング30の側面には、例えば図示しない供給源から第1の処理室S1内に不活性ガス例えばヘリウムガスや窒素ガスを供給するための不活性ガス供給部37が設けられている。さらに第1の処理室S1のケーシング30の底面には、当該処理室内の雰囲気気を排気するための排気路38

が接続されている。こうして第 1 の処理室 S 1 内を排気する一方、不活性ガスを供給することにより、当該処理室 S 1 内を所定の雰囲気例えば酸素濃度が 5 p p m ~ 2 0 . 6 % の低酸素雰囲気に維持することができる。

#### 【 0 0 2 4 】

続いて第 2 の処理室 S 2 について説明する。この第 2 の処理室 S 2 の内部には、ウエハを載置して所定温度に温調するための、例えば板状の温調プレート 5 1 が設けられている。この温調プレート 5 1 は、ウエハが載置されたときに、ウエハ裏面側全体が温調プレート 5 1 表面と接触する大きさに設定され、例えば熱伝導性に優れた、例えば炭化ケイ素や窒化アルミニウムなどのセラミックスにより構成されている。またこのプレート 5 1 には、所定温度に調整された冷媒が通流するための冷媒流路 5 2 が形成されており、こうして温調プレート 5 1 に載置されるウエハ W が例えば 1 5 ℃ ~ 5 0 ℃ から選ばれる所定の温度に調整されるようになっている。図中 5 3 は前記冷媒流路 5 2 に冷媒を循環供給するための供給路、5 4 は冷媒の温度調整部である。前記温度調整部 5 4 は制御部 C により制御され、これにより温調プレート 5 1 が所定の温度に維持されるようになっている。

#### 【 0 0 2 5 】

この温調プレート 5 1 は、例えば水平駆動部 5 5 により、第 2 の処理室 S 2 の内部を X 方向（第 2 の処理室 S 2 側から第 1 の処理室 S 1 側に向かう方向）に敷設されたガイドレール 5 6 に沿って、第 2 の処理室 S 2 内と第 1 の処理室 S 1 の加熱プレート 3 2 の上方側の位置との間で、略水平方向に移動自在に構成されている。

#### 【 0 0 2 6 】

また温調プレート 5 1 には、図 5 に示すように、スリット状の切り欠き 5 1 a , 5 1 b が形成されている。この切り欠き 5 1 a , 5 1 b は、温調プレート 5 1 を加熱プレート 3 2 の上方側に位置させた状態で、加熱プレート 3 2 の昇降ピン 3 5 を昇降させたときに、昇降ピン 3 5 が干渉しない位置に形成されている。これにより温調プレート 5 1 と加熱プレート 3 2 との間でウエハの受け渡しが行われるようになっている。

#### 【 0 0 2 7 】

つまり温調プレート 51 に載置されたウエハ W を加熱プレート 32 に受け渡す場合には、前記温調プレート 51 を加熱プレート 32 の上方側に位置させ、昇降ピン 35 を上昇させて当該昇降ピン 35 にウエハを受け取らせ、次いで温調プレート 51 を第 2 の処理室 S2 に退行させ、この後昇降ピン 35 を下降させることにより、ウエハ W が温調プレート 51 から加熱プレート 32 に受け渡される。また加熱プレート 32 に載置されたウエハ W を温調プレート 51 に受け渡す場合には、昇降ピン 35 を上昇させて加熱プレート 32 から当該昇降ピン 35 にウエハを受け取らせ、次いで温調プレート 51 をウエハ W と加熱プレート 31 との間に位置させ、この後昇降ピン 35 を下降させることにより、ウエハ W が加熱プレート 32 から温調プレート 51 に受け渡される。

#### 【0028】

そして第 2 の処理室 S2 内部の上部側には、温調プレート 51 とほぼ対向する位置に、温調プレート 51 に載置されたウエハ W の表面全体に改質用の紫外線を照射するための第 2 の照射部 44 が設けられており、この照射部 44 には温調プレート 51 に載置されたウエハに所定の範囲例えば 100 nm ～ 300 nm 程度の波長の改質用の紫外線を照射するための第 2 の光源 45 を備えている。図中 46 はこの光源 45 のコントローラであり、このコントローラ 45 を介して制御部 C により光源 45 への電力供給量や光源 45 の波長が制御されるようになっている。ここで改質処理を行う場合には、有機 SOD 膜、無機 SOD 膜共に、波長 150 nm ～ 200 nm、照射量 100 mJ / cm<sup>2</sup> 程度に設定することが好ましい。

#### 【0029】

また第 2 の処理室 S2 のケーシング 30 の側面には、例えば図示しない供給源から第 2 の処理室 S2 内に不活性ガス例えばヘリウムガスや窒素ガスなどを供給するための不活性ガス供給部 57 が設けられている。また第 2 の処理室 S2 のケーシング 30 の底面には、当該処理室内の雰囲気気を排気するための排気路 58 が接続されている。こうして第 2 の処理室 S2 内を排気する一方、不活性ガスを供給することにより、第 2 の処理室 S2 内を所定の雰囲気気例えば酸素濃度が 5 ppm ～ 20.5% の低酸素雰囲気気に維持することができる。

**【0030】**

さらに仕切り板 31 には、温調プレート 51 が通過するための通過口 47 が形成されており、この通過口 47 には例えば上下動するシャッタ 47a が設けられている。また第 2 の処理室 S2 のケーシング 30 の側面には、ウエハ W をキュアユニット 3 に対して搬入出するための搬送口 48 が設けられ、この搬送口 48 はシャッタ 48a により開閉自在に構成されている。これにより、キュアユニット 3 に対してウエハ W を搬入出する場合や、第 1 の処理室 S1 と第 2 の処理室 S2 との間でウエハ W を搬送するとき以外は、シャッタ 47a, 48a を閉じて、各処理室 S1, S2 内の雰囲気を維持できるようになっている。

**【0031】**

続いて前記塗布ユニット 24 の構成について簡単に説明する。まず塗布ユニット 24 はウエハの表面に前記塗布液を塗布する処理を行なうものであり、このユニット 24 では、例えば前記主搬送手段 23 により基板保持部であるスピンチャックに受け渡され、ウエハ W の表面のほぼ中央部に供給ノズルにより塗布膜の塗布液を供給すると共に、予め設定された回転数でスピンチャックを回転させることにより、塗布液をその遠心力によりウエハ W の径方向に広げ、こうしてウエハ W 表面に塗布膜の液膜を形成する処理が行われる。また前記温調ユニット 25 では、処理容器内において、基板載置部をなす冷却プレートの表面にウエハ W を所定時間載置することにより、ウエハ W を所定温度に調整する処理が行われる。

**【0032】**

このような塗布膜形成装置におけるウエハ W の流れについて図 6 を参照して説明すると、自動搬送ロボット（あるいは作業員）により例えば 25 枚のウエハ W を収納したキャリア C が、外部からキャリアブロック B1 のキャリア載置部 21 に搬入される。次いで受け渡し手段 22 によりこれらキャリア C 内からウエハ W が取り出され、処理ブロック B2 の棚ユニット U1 の受け渡しユニット 26 を介して主搬送手段 23 に受け渡される。

**【0033】**

そしてウエハ W は主搬送手段 23 により棚ユニット U1, U2 の温調ユニット 25 に搬送され、ここで所定の温度例えば 23℃ に調整された後、塗布ユニット



24に搬送され、当該ユニット24にて、処理温度例えば23℃の下、例えば商品名「シルク」よりなる塗布液の塗布処理が行われる。

#### 【0034】

次いでウエハWは主搬送手段23によりキュアユニット3に搬送され、第2の処理室S2の温調プレート51を介して第1の処理室S1の加熱プレート32に受け渡されて、ここで加熱処理であるベーク処理が行われる。このベーク処理とは、低酸素雰囲気にてウエハを加熱して縮重合反応を起こさせ、化学的に塗布膜を硬化させるための低酸素加熱処理である。具体的には、処理室S1内に窒素ガスを導入し、所定の低酸素状態例えば許容酸素濃度50ppm以下の雰囲気に設定して、ウエハを第1の温度例えば約320℃程度の温度で約1分間加熱することにより行われる。

#### 【0035】

次いでベーク処理が行われたウエハWは、第1の処理室S1内にて硬化処理であるキュア処理が行われる。ここでキュア処理とは塗布膜を焼成するための加熱処理であり、塗布膜を加熱することにより、架橋またはポロジエンの離脱を行ない塗布膜の硬化を図る処理である。具体的には、ベーク処理からウエハWをそのまま加熱プレート32上に載置したままの状態、処理室S1内を所定の低酸素状態例えば許容酸素濃度20ppm以下の雰囲気に設定する。一方加熱プレート32を所定の温度に加熱し、第1の照射部41により例えば300～400nmの波長の紫外線をウエハW表面に照射しながら、ウエハを第1の温度より高い硬化処理の温度例えば約400℃程度の温度にて約5分程度加熱することにより行なわれる。

#### 【0036】

この後、加熱プレート32から温調プレート51にウエハを受け渡し、第2の処理室S2内において温調プレート51によりウエハを室温程度の温度まで冷却する処理が行われる。この際温調プレート51の温度は約23℃程度に設定され、温調プレート51にウエハを載置して約1分程度そのままの状態に維持することにより、ウエハは室温程度の温度に冷却される。

#### 【0037】

続いて第2の処理室S2内において、ウエハW表面に形成された絶縁膜の表面を改質する処理が行われる。つまりウエハWを引き続いて温調プレート51に載置したまま、第2の照射部44より、改質用の紫外線例えば波長が172nm程度の紫外線をウエハ表面に例えば10秒程度照射して、塗布膜の表面を改質する。次いで、ウエハWをキュアユニット3から搬出する。つまりウエハWを温調プレート51から主搬送手段23に受け渡し、この主搬送手段23より棚ユニットU1の受け渡しユニット26、受け渡し手段22を介して例えば元のキャリアC内に戻される。

#### 【0038】

ここで塗布膜形成装置におけるウエハの搬送や、キュアユニット3等の各処理ユニットにおけるウエハの処理は制御部C内のプログラムに基づいて行われる。つまり制御部Cは、キュアユニット3の第1の処理室S1にて、ウエハWを加熱プレートに載置して第1の温度で加熱するベーク処理を行い、次いでこのベーク処理が行われたウエハWを前記加熱プレートに載置したまま、引き続き第1の温度よりも高い硬化処理の温度で加熱しながら、ウエハに対して所定の波長の紫外線を照射してウエハ上の塗布膜を硬化させる硬化処理と、を行うためのプログラムを備えている。

#### 【0039】

このような構成では、キュア処理のときに塗布膜に紫外線を照射しながら、熱エネルギーを与えており、熱エネルギーと紫外線のエネルギーとの組み合わせにより塗布膜の硬化を図っている。このため熱エネルギーのみで塗布膜を硬化させる場合よりも、処理時間を延長することなく、処理温度を低下させることができる。このためデバイスへの熱影響が排除され、信頼性の高いデバイスを確保することができる。また処理時間を延長させる必要がないので、スループットの低下を防ぐことができる。

#### 【0040】

ここで熱エネルギーと紫外線のエネルギーとの組み合わせにより低い温度で塗布膜の硬化を行なうことができる理由について述べる。キュア処理では、図7に示すように、ポロジエンを気化させることにより、アセチレンの三重結合と、酸

素の二重結合の、夫々の結合手の一本を切断し、切断された分子同士を点線に示すように接合させてポリマーを形成することが行われるが、ポロジエンの気化温度が高く、これがキュア処理の温度が高温化する一つの原因となっている。ところでキュア処理時に塗布膜に紫外線を照射すると、紫外線によりポロジエンの気化が促進され、アセチレンや酸素の結合手が切断されやすい状態となる。一方切断された分子同士の接合は、400℃程度の加熱エネルギーにより行われる。このように紫外線の照射より、紫外線を照射しない場合よりも低い温度でアセチレンや酸素の結合手を切断することができ、この低い温度で切断された分子の接合が行われるので、紫外線を照射しない場合よりも低い温度で塗布膜の硬化を行なうことができる。

#### 【0041】

またこの例では、同じ処理装置でベーク処理とキュア処理とを行っているので、夫々別の装置を用意する場合に比べて処理ユニットが少なく済む。これによりコストダウンを図ることができ、占有面積を小さくすることができるので、スペース的にも有効である。さらにベーク処理装置とキュア処理装置とを別個に用意する場合には、ウエハWは主搬送手段23によりベーク処理装置からキュア処理装置に搬送されるが、ベーク処理装置とキュア処理装置とが離れた場所に配置される場合には、搬送距離が長くなるので搬送に時間がかかって、スループットが悪化してしまう。また主搬送手段23にて搬送する処理ユニット数が多くなるので、搬送プログラムが複雑になってしまう。

#### 【0042】

これに対し本発明のようにキュアユニット3の同じ処理室S1にてベーク処理とキュア処理とを行うようにすると、ベーク処理とキュア処理との間にウエハを搬送する必要がないので、その分トータルの処理時間が短縮され、スループット向上を図ることができる。

#### 【0043】

また上述の例では、改質用の紫外線を照射する第2の照射部44を設け、硬化処理が行われたウエハに改質用の紫外線を照射しているので、塗布膜の表面の有機手が切断され、当該塗布膜と次の膜との密着性を高めることができる。この際

第 2 の照射部 4 4 を第 2 を処理室 S 2 に設けることにより、キュアユニット 3 とは別個に改質用の照射部を用意する場合に比べてスペース的に有効であり、また温調プレート 5 1 にてウエハを冷却した後、ウエハの搬送を行うことなく、引き続いて改質処理を行うことができるので、ウエハの搬送に要する時間が必要なく、スループットの観点からも有効である。

#### 【 0 0 4 4 】

続いて本発明の他の実施の形態について図 8 を用いて説明する。この実施の形態が上述の実施の形態と異なる点は、キュアユニット 3 の第 2 の処理室 S 2 にてベーク処理を行うことであり、このため温調プレート 7 1 には冷媒流路の代わりに加熱手段をなすヒータ 7 2 が内蔵されている。図中 7 3 はヒータ 7 2 の電源部であり、制御部 C により電源部 7 3 からヒータ 7 2 への電力供給量が制御され、これにより温調プレート 7 1 が所定の温度に維持され、温調プレート 7 1 に載置されたウエハ W が例えば 5 0 ℃ ～ 2 0 0 ℃ に加熱されるようになっている。その他の構成は上述のキュアユニット 3 と同様であるが、キュアユニット 3 における処理の後でウエハを室温程度の温度まで冷却するための冷却ユニットが別個に必要となる。この冷却ユニットは例えば温調ユニット 2 5 と同様に構成され、例えば棚ユニット U 1 , U 2 に組み込まれる。

#### 【 0 0 4 5 】

この実施の形態におけるウエハの流れについて図 9 を参照して説明すると、塗布ユニット 2 4 にて塗布液の塗布処理が行われた後、主搬送手段 2 3 によりキュアユニット 3 に搬送されるまでは上述の実施の形態と同様である。この後ウエハ W は、第 2 の処理室 S 2 の温調プレート 7 1 に受け渡されて、ここで加熱処理であるベーク処理が行われる。つまり処理室 S 2 内に窒素ガスを導入し、所定の低酸素状態例えば許容酸素濃度 5 0 p p m 以下の雰囲気を設定して、ウエハ W を 2 0 0 ℃ 以下の第 1 の温度例えば約 1 5 0 ℃ 程度にて、約 1 分間加熱することにより行われる。

#### 【 0 0 4 6 】

次いでベーク処理が行われたウエハ W は、温調プレート 7 1 から第 1 の処理室 S 1 の加熱プレート 3 2 に受け渡され、ここで硬化処理をなすキュア処理が行わ

れる。つまり処理室 S 1 内を所定の低酸素状態例えば許容酸素濃度 2 0 p p m 以下の雰囲気を設定する一方、加熱プレート 3 2 を所定温度に加熱し、第 1 の照射部 4 1 により例えば 3 0 0 ~ 4 0 0 n m の波長の紫外線をウエハ W 表面に照射しながら、ウエハを第 1 の温度よりも高い硬化処理の温度例えば約 4 0 0 ℃程度の温度にて約 5 分程度加熱することにより行なわれる。

#### 【 0 0 4 7 】

続いて加熱プレート 3 2 から温調プレート 7 1 にウエハ W が受け渡され、第 2 の処理室 S 2 内においてウエハ W を温調プレート 7 1 によりベーク処理とほぼ同じ温度例えば 1 5 0 ℃程度まで冷却する処理（第 1 の冷却処理）が行われる。この際温調プレート 7 1 の温度は約 1 5 0 ℃程度に設定され、温調プレート 7 1 にウエハを載置して約 1 分程度そのままの状態に維持することにより、ウエハは 1 5 0 ℃程度の温度に冷却される。

#### 【 0 0 4 8 】

続いて第 2 の処理室 S 2 内において、ウエハ W 表面に形成された絶縁膜の表面を改質する処理が行われる。つまりウエハ W を引き続いて温調プレート 7 1 に載置したまま、第 2 の照射部 4 4 より、改質用の紫外線例えば波長が 1 7 2 n m 程度の紫外線をウエハ表面に例えば 1 0 秒程度照射して、塗布膜の表面を改質する。次いで、ウエハ W をキュアユニット 3 から搬出して、主搬送手段 2 3 により冷却ユニットに搬送し、ここでウエハを室温例えば 2 3 ℃程度まで冷却する処理が行われ（第 2 の冷却処理）、この後ウエハ W は、主搬送手段 2 3 より棚ユニット U 1 の受け渡しユニット 2 6、受け渡し手段 2 2 を介して例えば元のキャリア C 内に戻される。

#### 【 0 0 4 9 】

この例では、制御部 C は、前記第 2 の処理室 S 2 にて塗布液が塗布されたウエハ W を温調プレート 5 1 に載置して第 1 の温度で加熱するベーク処理を行い、次いで第 1 の処理室 S 1 にてベーク処理が行われたウエハ W を加熱プレート 3 2 に載置し、第 1 の温度よりも高い硬化処理の温度で加熱しながら、ウエハに対して所定の波長の紫外線を照射してウエハ上の塗布膜を硬化させる硬化処理と、を行うためのプログラムを備えている。

**【0050】**

このように、この実施の形態は、第2の処理室S2にて200℃以下の温度でベーク処理を行うものであるが、ベーク処理で先ず200℃以下の温度まで加熱し、次いでキュア処理で400℃程度の温度まで加熱することにより、ウエハが段階的に加熱されるので温度変化が緩やかになり、急激な温度変化によりダメージを受けやすい材料の塗布膜に対して有効である。

**【0051】**

このような構成においても、キュア処理のときに塗布膜に紫外線を照射しながら熱エネルギーを与えており、同じ処理装置でベーク処理とキュア処理とを行っているので、上述の実施の形態と同様の効果が得られる。またこの実施の形態では、第2の処理室S2にてベーク処理を行い、第1の処理室S1にてキュア処理を行っているが、これらの間では温調プレート71によりウエハが搬送されるので、ベーク処理装置とキュア処理装置とを別個に用意し、主搬送手段23によりこれらの間でウエハを搬送する場合に比べて、搬送時間を短縮でき、搬送プログラムも容易となる。

**【0052】**

以上において、図10に示すように、第1の処理室S1の第1の照射部41に複数の光源を取り付け、一つをキュア処理用の光源、他の一つを改質用の光源としてもよい。また第1の処理室S1では、キュア処理にEB（電子ビーム）を用いることも可能である。

**【0053】**

また例えばキュア処理用の紫外線と改質用の紫外線の波長領域が近い場合であって、キュア処理用の光源にフィルタを組み合わせることにより改質用の紫外線の波長を確保することができる場合には、第1の照射部の第1の光源とフィルタとを組み合わせ、1つの光源でキュア処理と改質処理の両方を行うようにしてもよい。

**【0054】**

上述の実施の形態では、キュア処理時にウエハに紫外線を照射するようにしたが、紫外線を照射しないでキュア処理を行った後、ウエハに所定の波長の紫外線

例えば波長 1 5 0 n m ~ 2 0 0 n m 程度の紫外線を照射し、この後、ウエハに対して冷却処理（第 1 の冷却処理）を施すようにしてもよい。このようにすると、固くて K 値が 2 . 9 以下の塗布膜を得ることができる。この場合、キュア後の紫外線照射は、第 1 の処理室 S 1 内において、加熱プレート 3 2 上のウエハに対して第 1 の照射部 4 1 により行ってもよいし、第 2 の処理室 S 2 内において、温調プレート 5 1 上のウエハに対して第 2 の照射部 4 4 により行ってもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

さらにまた、ベーク処理を行うときにウエハ上の塗布膜に紫外領域の電磁波を照射するようにしてもよい。このようにベーク処理時に所定の波長の電磁波を照射すると、熱処理のみの場合よりも短時間にて処理が終了するという効果が得られる。またこの場合、好適な波長は 1 5 0 n m ~ 5 0 0 n m 程度である。

#### 【 0 0 5 6 】

また本発明では所定の処理が行われるものであれば、塗布ユニットやキュアユニットなどは上述の構成に限らない。またウエハ上に形成される塗布膜の種類に応じて、ウエハ表面に塗布された塗布液の溶剤を熱により乾燥させる処理を行う低温加熱ユニットや、キュア処理後のウエハを所定温度に冷却する処理を行う冷却ユニットを棚ユニット U 1 , U 2 に配列するようにしてもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

さらにまた本発明は有機 S O D 膜のみならず、無機 S O D 膜の形成に適用することができる。この場合例えば塗布液としては M S Q が用いられ、ベーク処理は、酸素濃度が 1 0 0 0 p p m 以下、処理温度が 8 0 ° C ~ 2 0 0 ° C、キュア処理は、酸素濃度が 1 0 0 p p m 以下、処理温度が 3 5 0 ° C ~ 4 2 5 ° C、キュア処理時に照射される紫外線は波長 1 0 0 n m ~ 2 0 0 n m、照射量が 1 0 0 J / c m 2 ~ 3 0 0 J / c m 2、改質時に照射される紫外線は波長 1 5 0 n m ~ 2 0 0 n m、照射量が 1 0 0 m J / c m 2 の夫々の条件で処理が行われる。

#### 【 0 0 5 8 】

さらにまた本発明は S O D 法による低誘電率層間絶縁膜の形成のみならず、S O G ( S p i n O n G l a s s ) 膜の形成や、レジスト膜、ポリイミド膜、強誘電体、他の絶縁膜等の形成に適用することができる。ここで前記 S O G 膜と

は、CVDで形成された膜は表面が凹凸状態であるので、これを平坦化するために、前記CVD法により形成された膜の表面に形成されるSiO<sub>2</sub>膜であり、SOD法と同様に、塗布液をウエハ表面にスピコートした後、ウエハに対して加熱処理を施すことにより、塗布液に含まれる溶媒などを蒸発させ、膜を硬化させることにより形成される。

#### 【0059】

さらに上述の実施の形態では半導体ウエハを処理する装置について説明したが、FPD（フラットパネルディスプレイ）やマスク等に使用されるガラス基板を処理する装置についても本発明は適用可能である。

#### 【0060】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、塗布膜の硬化処理時に紫外線を照射しているので、硬化処理の温度を低下させることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明にかかる塗布膜形成装置の一実施の形態の全体構成を示す平面図である。

##### 【図2】

前記塗布膜形成装置の全体構成を示す概略斜視図である。

##### 【図3】

前記塗布膜形成装置の全体構成を示す側面図である。

##### 【図4】

前記塗布膜形成装置に設けられる硬化処理装置（キュアユニット）を示す断面図である。

##### 【図5】

前記硬化処理装置を示す平面図である。

##### 【図6】

前記塗布膜形成装置におけるウエハの流れを説明するための工程図である。

##### 【図7】



前記硬化処理装置の作用を説明するための説明図である。

【図 8】

前記塗布膜形成装置に設けられる硬化処理装置の他の例を示す断面図である。

【図 9】

図 8 の硬化処理装置が組み込まれた前記塗布膜形成装置におけるウエハの流れを説明するための工程図である。

【図 1 0】

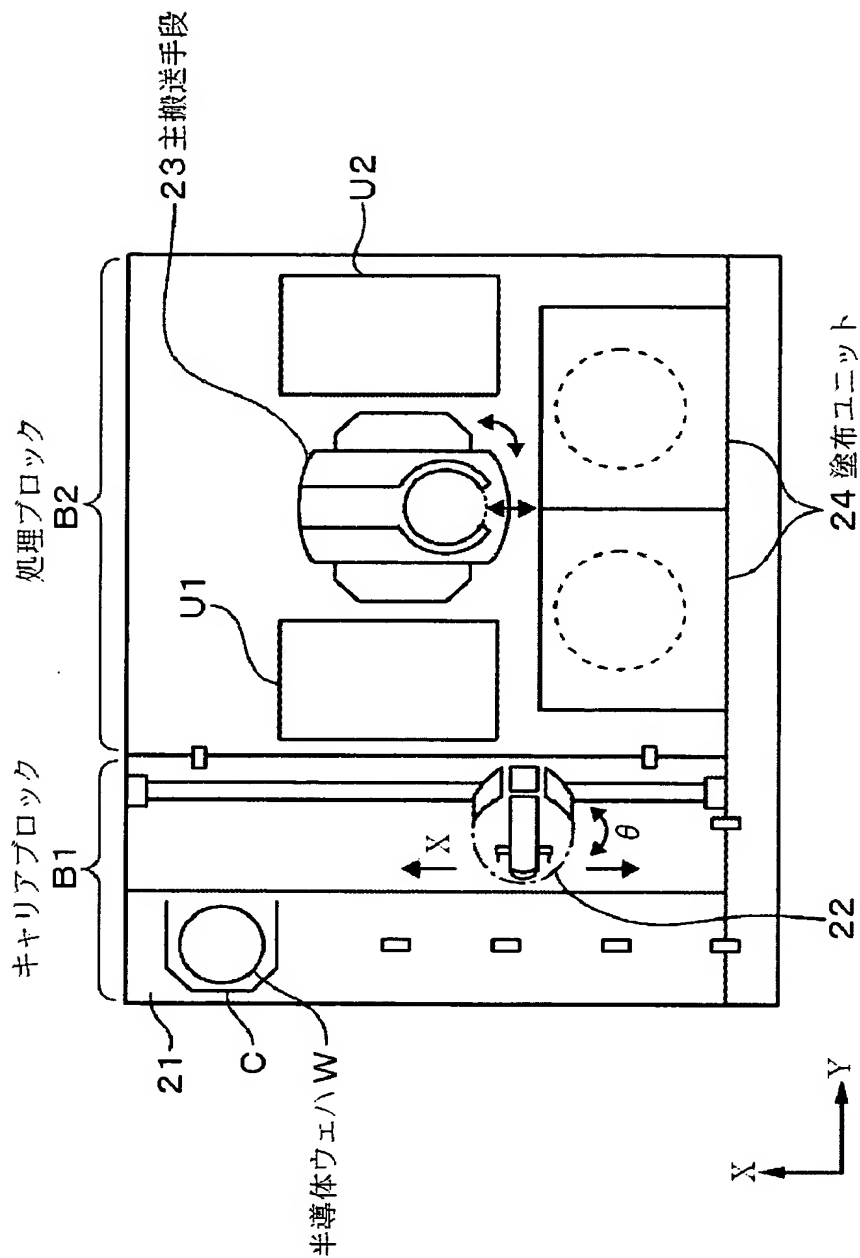
前記塗布膜形成装置に設けられる硬化処理装置のさらに他の例を示す断面図である。

【符号の説明】

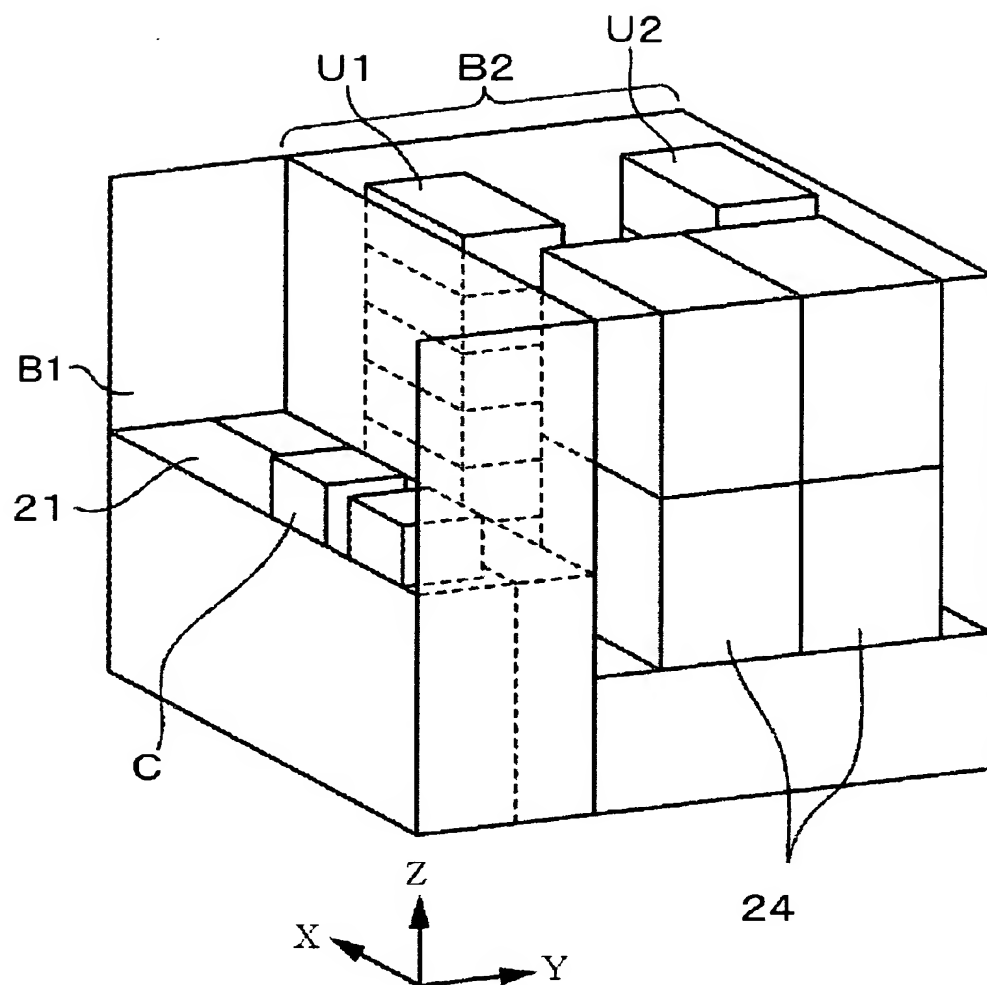
W	半導体ウエハ
B 1	キャリアブロック
B 2	処理ブロック
2 3	基板搬送手段
2 4	塗布ユニット
3	キュアユニット
S 1	第 1 の処理室
S 2	第 2 の処理室
3 2	加熱プレート
4 1	第 1 の照射部
4 4	第 2 の照射部
5 1	温調プレート

【書類名】 図面

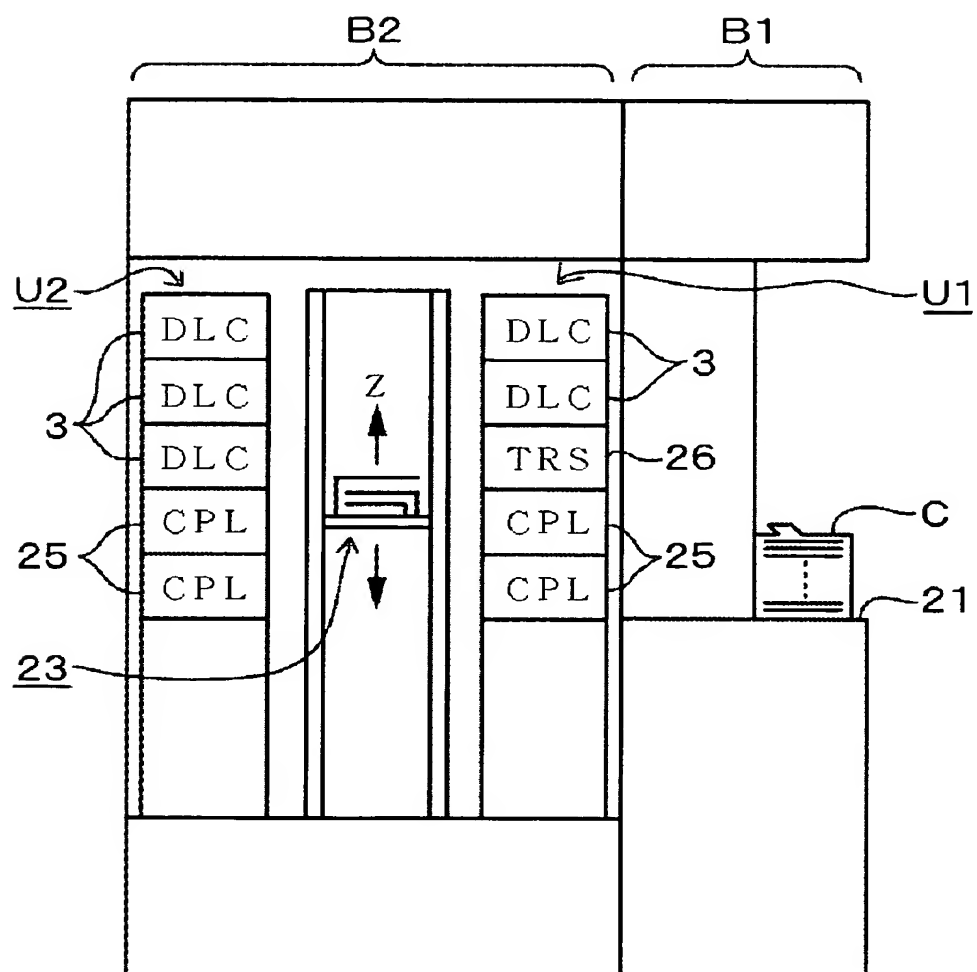
【図 1】



【図 2】

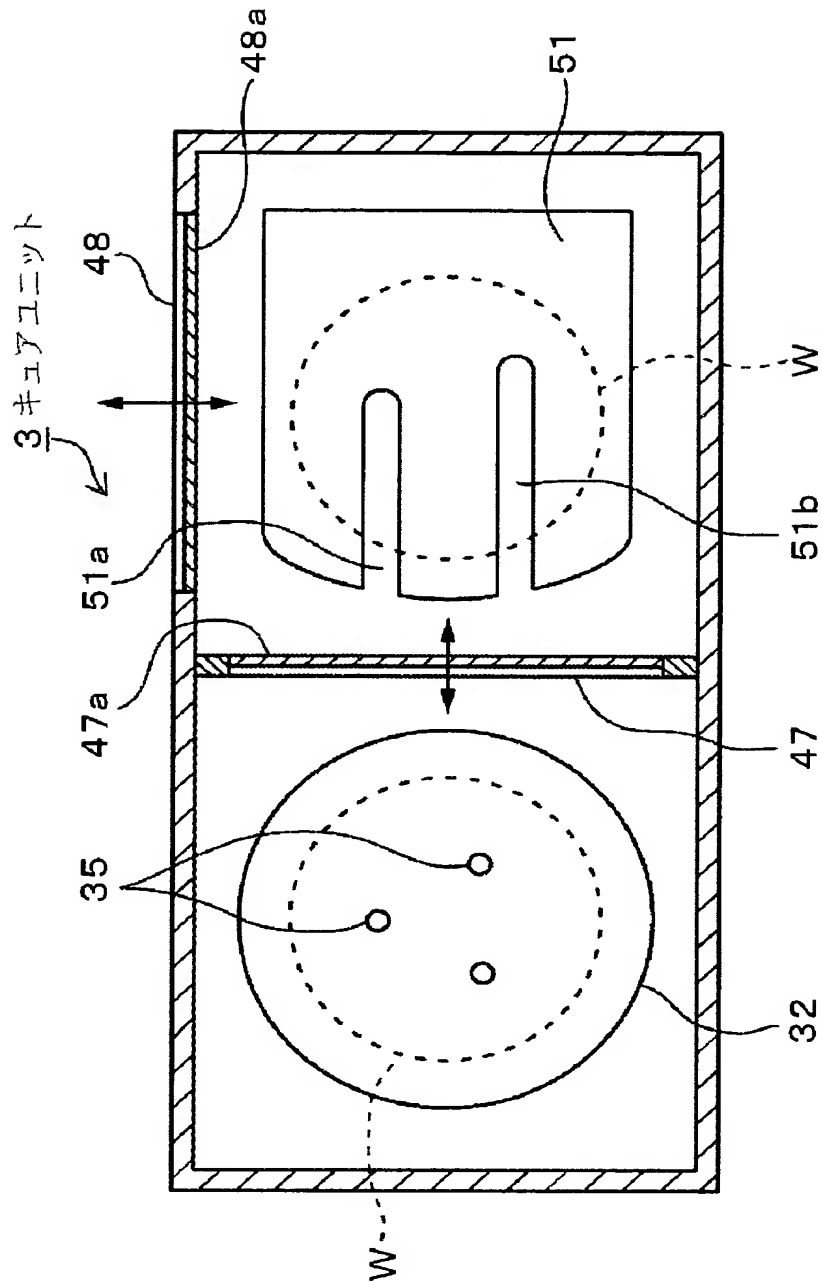


【図 3】

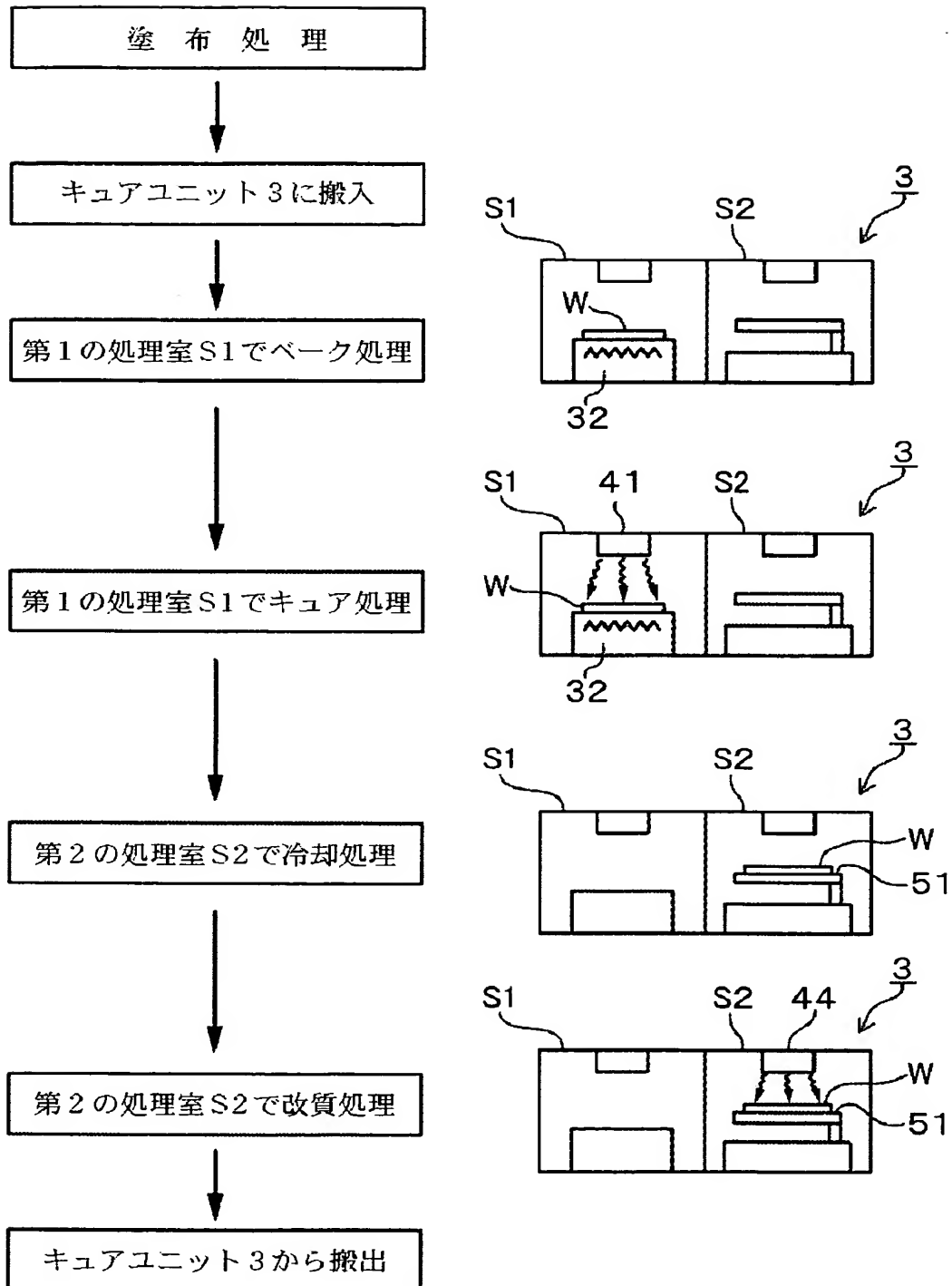




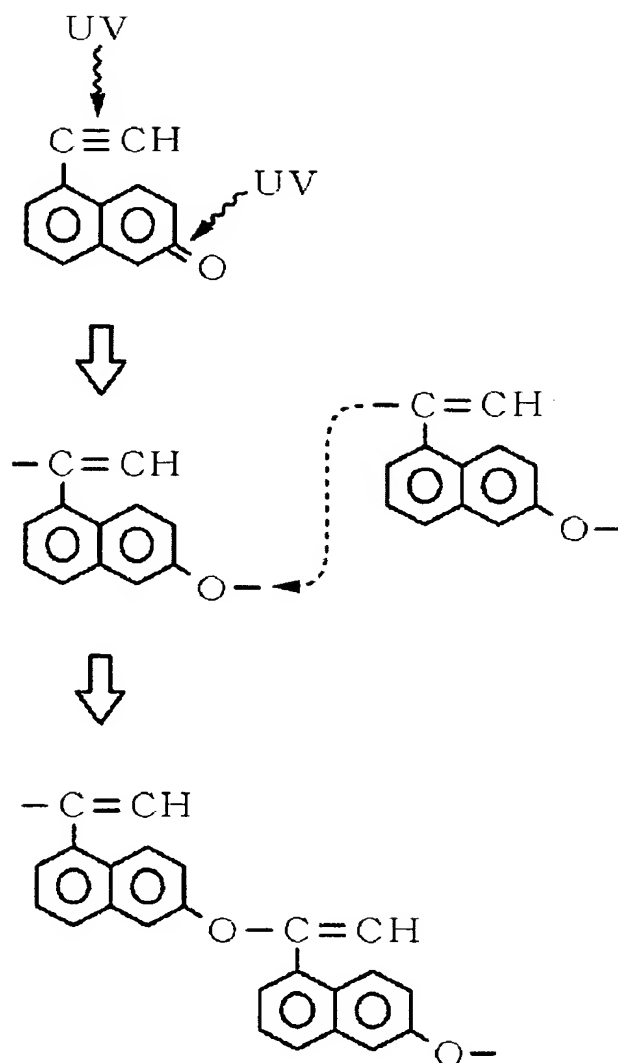
【図 5】



【図6】

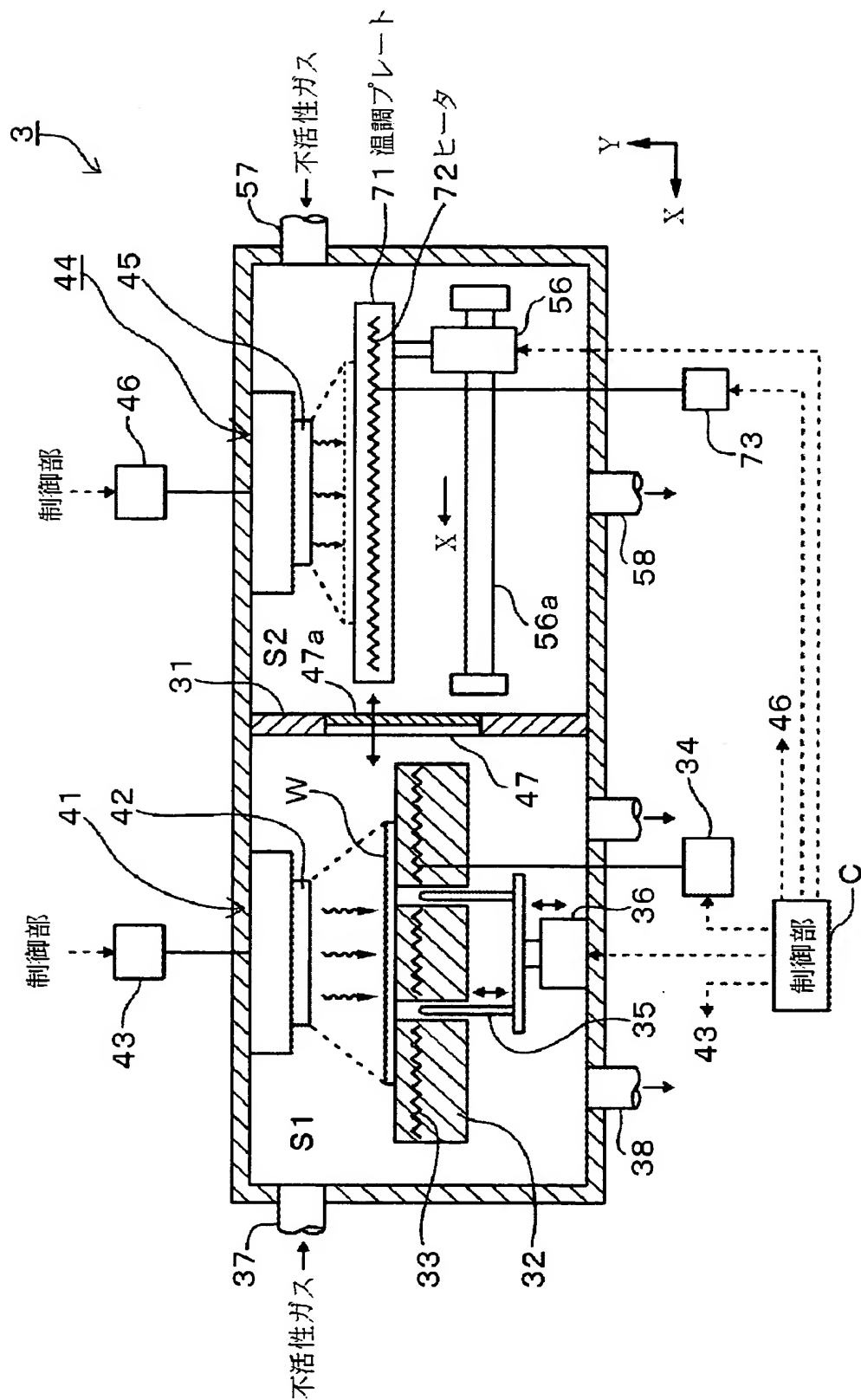


【図 7】

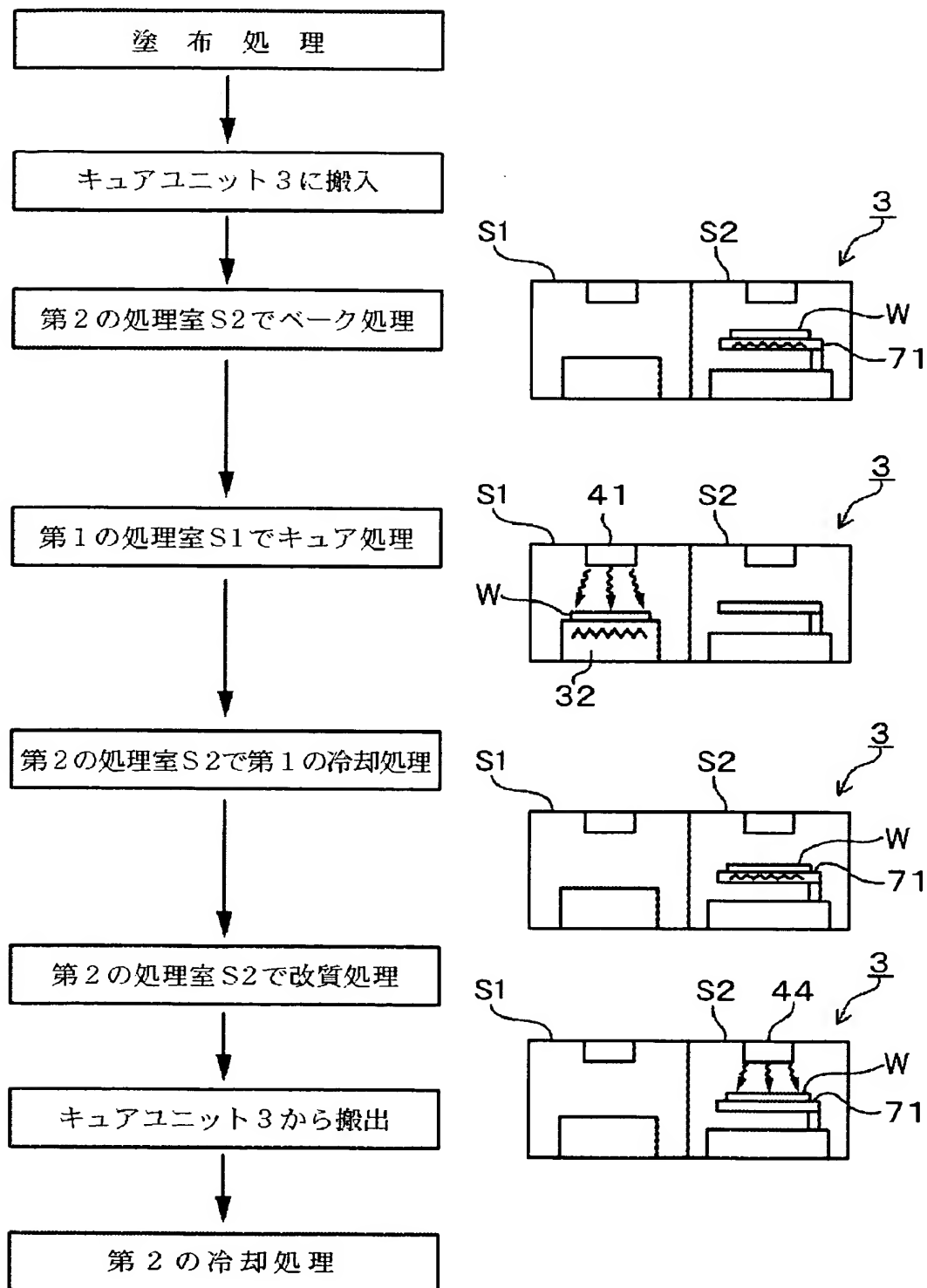




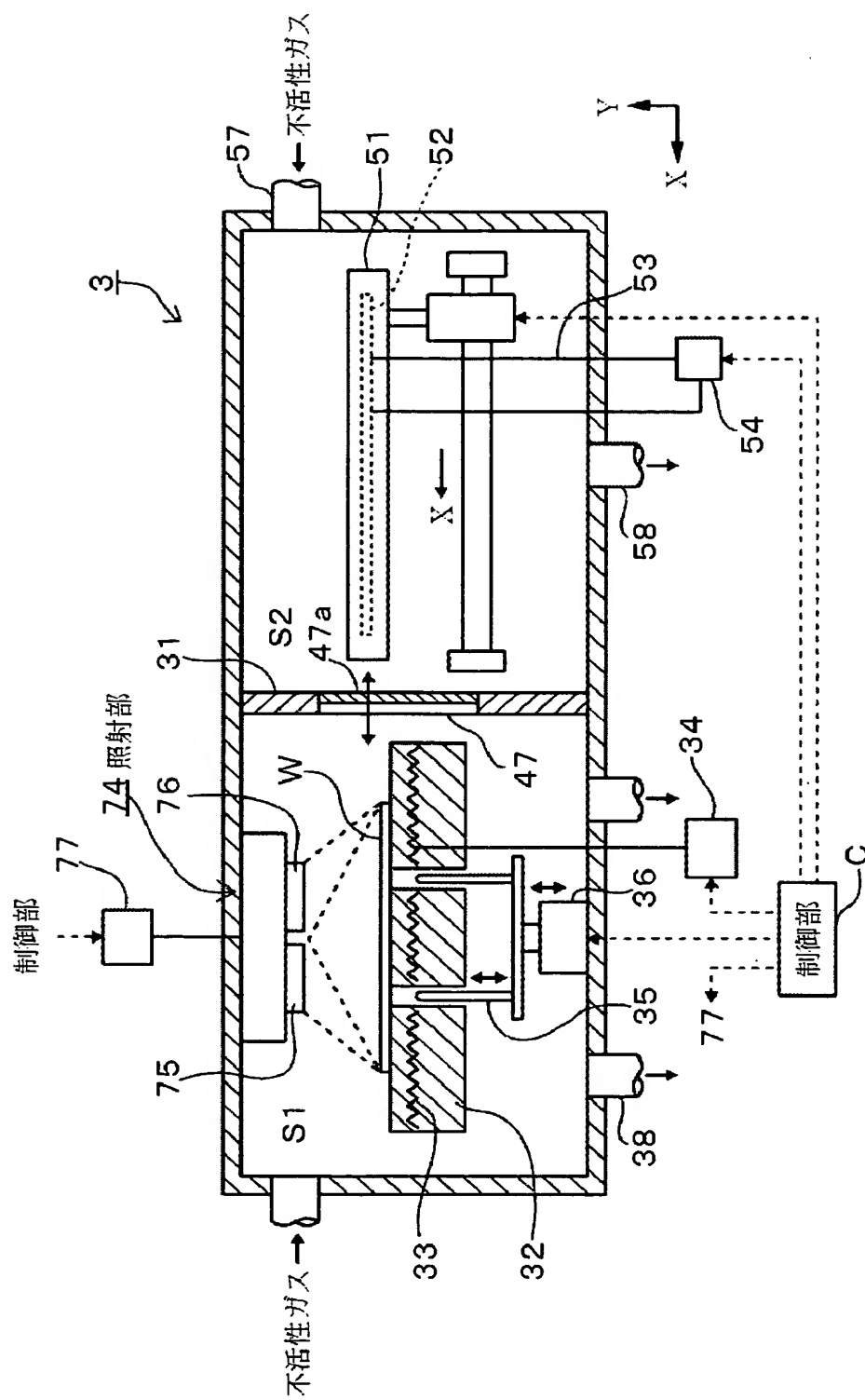
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 塗布液が塗布された基板例えばウエハを加熱して、ウエハ上の塗布膜を硬化させる硬化処理装置において、硬化処理の処理温度を低下させること。

【解決手段】 前記硬化処理装置（キュアユニット 3）において、第 1 の処理室 S 1 の加熱プレート 3 2 に塗布液が塗布されたウエハ W を載置して、第 1 の温度に加熱することによりベーク処理を行う。次いで前記ウエハを加熱プレート 3 2 に載置したままの状態にして、ウエハに対して紫外線を照射しながら、引き続きこのウエハを加熱プレート 3 2 により第 1 の温度よりも高い硬化処理の温度に加熱することによりウエハ上の塗布膜を硬化させる。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 0 3 3 8 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 1 9 9 6 7 ]

- |          |                         |
|----------|-------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 4 年    9 月    5 日 |
| [変更理由]   | 住所変更                    |
| 住 所      | 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号    |
| 氏 名      | 東京エレクトロン株式会社            |
|          |                         |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年    4 月    2 日 |
| [変更理由]   | 住所変更                    |
| 住 所      | 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号      |
| 氏 名      | 東京エレクトロン株式会社            |